



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

BARICHARA: DISEÑO SUSTENTABLE Y CONSTRUCCION CON TIERRA.

Investigación sobre el diseño sustentable en Barichara mediante procesos constructivos en tierra como la tapia pisada y el adobe.

Estudiante:

Erick Leonardo Bonilla Quintero

Código:

1410171

Materia:

Seminario de investigación y proyección social.

Bogotá D. C.

21 de Noviembre de 2018

INDICE

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	5
Tema:	5
Problema:	5
Hipótesis:	5
Justificación:.....	5
Objetivos:.....	6
Definición y alcance del proyecto:	6
2. CAPITULO 1: CONTEXTUALIZACION Y CONDICIONES DE BARICHARA: ARQUITECTURA COLONIAL EN EL SIGLO XXI.....	7
Caracterización ambiental del sector: Barichara, Santander.	7
Contextualización: estrategia de apropiación social y sostenibilidad.	8
El carácter monumental del conjunto arquitectónico en Barichara.....	9
3. CAPITULO 2: TECNICAS CONSTRUCTIVAS EN TIERRA: ARQUITECTURA TRADICIONAL Y TECNOLOGIA LOCAL.....	13
Tapia pisada	13
La piedra.....	14
Bahareque.....	15
Adobe	16
Estructura mixta: construcción eficiente.....	16
4. CAPITULO 3: ARQUITECTURA SUSTENTABLE: DISEÑO BIOCLIMÁTICO.....	16
Diseño bioclimático, geometría solar y estrategias proyectuales.....	17
Xerojardinería y paisajismo.	20
Uso del agua.....	21
5. CAPITULO 4: DISEÑO PROYECTUAL	22
Hotel como objeto arquitectónico.....	22
6. CONCLUSIONES.....	28
5. BIBLIOGRAFIA	29

TABLA DE FIGURAS Y ANEXOS

Figura 1. Rosa de los vientos. Fuente: Meteoblue (https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/barichara_colombia_3689187).....	7
Figura 2. Cantidad de precipitación. Fuente: Meteoblue (https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/barichara_colombia_3689187).....	7
Figura 3. Tipología y tecnología de edificios del conjunto de Barichara. Fuente: Battistelli, A. (2005). Tecnología y patrimonio en tierra cruda en Colombia. Cap. 2: El inventario del patrimonio arquitectónico en tierra de Barichara y su conjunto	9
Figura 4. Detalle constructivo de muro en Tapia pisada y cimentación con piedra. Fuente: Autoría propia según fuentes bibliográficas: Minke G. (2005). Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra.....	14
Figura 5. Detalle constructivo de muro divisorio en bahareque. Fuente: Autoría propia según fuentes bibliográficas: Minke G. (2005). Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra	15
Figura 6. Gráfico de Givoni Fuente: Diseño Bioambiental. En: Revista vivienda, Buenos Aires, Argentina.....	17
Figura 7. Análisis de asoleamiento Fuente: Autoría propia según estudio- caso.....	18
Figura 8. Disposición de forma y orientación en el proyecto asoleamiento. Fuente: Autoría propia según estudio-caso.....	19
Figura 9. Estrategias bioclimáticas en módulo de diseño asoleamiento. Fuente: Autoría propia según estudio-caso.....	19
Figura 10. Diversidad de especies cultivadas, ornamentales y forrajeras de la cuenca baja del río Suárez, Barichara, Santander. Fuente: Análisis florístico y fitogeográfico de la cuenca baja del cañón del río Suarez (Barichara, Santander) Universidad Nacional de Colombia.....	20
Figura 11. Detalle recolección de aguas lluvia en cubiertas. Fuente: Autoría propia según caso- estudio.....	21
Figura 12. Funcionamiento de pozo séptico. Fuente: tomado de http://alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/s/s9.html	22

Figura 13. Proceso de diseño, concepto Arquitectura por partes. Fuente: Autoría propia según estudio-caso.....	22
Figuras 14 y 15. Ejes y espacios del proyecto según el proceso de diseño. Fuente: Autoría propia según el proyecto arquitectónico.....	23
Figura 16. Imagen del proyecto, relación del paisaje exterior con la privacidad y el confort interior. Fuente: Autoría propia según proyecto arquitectónico.....	24
Figura 17. Planta general del proyecto, zonificación y distribución. Fuente: planos arquitectónicos de autoría propia según proyecto arquitectónico.....	25
Figura 18.. Corte general del proyecto, escalonamiento del paisaje y composición arquitectónica. Fuente: planos arquitectónicos de autoría propia según proyecto arquitectónico.....	25
Figura 19. Corte fachada, muro en adobe Fuente: planos de detalles de autoría propia según proyecto arquitectónico.....	25
Figura 20. Corte fachada, muro en tapia reforzada. Fuente: planos de detalles de autoría propia según proyecto arquitectónico.....	26

1. INTRODUCCIÓN

Tema:

Investigación proyectual y tecnológica sobre el diseño sustentable de un hotel boutique en Barichara mediante procesos constructivos en tierra como la tapia y el adobe.

Problema:

- **Situación problema:** Las condiciones particulares del municipio de Barichara complejizan el dar solución sustentable a aspectos bioclimáticos y tecnológicos en el sector para el desarrollo eficiente del proyecto.
- **Pregunta problema:** ¿Cómo concebir el diseño de un hotel boutique sustentable en Barichara mediante procesos constructivos en tierra, para establecer la relación de los espacios arquitectónicos del proyecto con la eficiencia sostenible del mismo?

Hipótesis:

- El diseño del hotel debe seguir los lineamientos de seguridad necesarios para su construcción en tierra, lo que implica un pre dimensionamiento específico de sus muros y la caracterización de la mezcla con tierra.
- Las características climáticas de ambiente cálido seco condicionan el diseño Bioambiental del caso según su ubicación, forma y orientación para darle prioridad a espacios ventilados y con sombra.
- El patrimonio arquitectónico existente determina algunos detalles morfológicos que hacen parte de una tradición y cultura social en el sector, por lo cual el diseño debe de implementar en su mayoría dichas características para jugar con el lenguaje del municipio.

Justificación:

El municipio de Barichara presenta condiciones culturales y ambientales específicas que condicionan el diseño arquitectónico sustentable de un eco-hotel. Es de interés identificar las condiciones particulares del municipio que le brindan su peso como Monumento Nacional, para lograr diseñar un proyecto integral que conserve el patrimonio cultural por medio del uso sustentable de técnicas constructivas con tierra como el adobe y la tapia pisada.

En investigaciones previas se evidencian las características sustentables que brinda la construcción con el material “tierra” y como este ha respondido en el patrimonio actual de Barichara, sin embargo, el tema en mención no se ha manejado de forma completa ya que no existe una investigación proyectual que integre los temas que aquí se van a tratar.

Objetivos:

- **General:**

Diseñar un hotel boutique que aporte soluciones sustentables a características bioclimáticas específicas utilizando técnicas constructivas con tierra para establecer la relación de los espacios arquitectónicos del proyecto con la eficiencia sostenible del mismo.

- **Específico N°1:**

Identificar las condiciones bioclimáticas y el lenguaje arquitectónico del municipio de Barichara que proporcionan unas características específicas del sector, para definir las primeras directrices del diseño proyectual; el registro de información relacionada permitirá evidenciar aspectos morfológicos y técnicos propios de la arquitectura del lugar por medio de cuadros comparativos.

- **Específico N°2:**

Explicar las técnicas que hacen estructuralmente viable el proyecto para definir las condiciones tecnológicas y métodos constructivos con tierra a utilizar en el diseño. Con la ayuda de referentes históricos y detalles constructivos se que evidencien los aspectos técnicos a tener en cuenta en la construcción con tapia pisada y bahareque.

- **Específico N°3:**

Aplicar las posibles soluciones bioclimáticas a tener en cuenta para el diseño del proyecto, comparando los conceptos de arquitectura sustentable con las decisiones proyectuales previamente establecidas.

Definición y alcance del proyecto:

Proyecto arquitectónico: Hotel el portal de los ángeles.

El Portal de los Ángeles contempla la idea y la serie de operaciones necesarias para materializar el desarrollo del diseño de la edificación, la distribución de usos y espacios, la manera de utilizar los materiales y tecnologías, y la elaboración del conjunto de planos, con detalles y perspectivas, utilizados para el diseño de la edificación, antes de ser construida.

2. CAPITULO 1: CONTEXTUALIZACION Y CONDICIONES DE BARICHARA: ARQUITECTURA COLONIAL EN EL SIGLO XXI

Caracterización ambiental del sector: Barichara, Santander.

Esta investigación tiene por lugar de desarrollo un predio ubicado en Barichara, Santander. Un pueblo al nor-este de Colombia con una superficie total de 232.33 km², en su caracterización ambiental según el Esquema de ordenamiento territorial “Barichara con su pasado ordena su futuro” (2004-2007) se encuentra:

Topografía:

La variedad de pendientes en el área de estudio genera una gran cantidad de formas de relieve. Se presenta una gran escarpa hacia el oeste y pendientes moderadas a suaves hacia el Valle del Rio Suarez y en la parte alta de la mesa. En general las pendientes oscilan entre 0° y 58° que va entre plana y moderadamente abrupta.

Clima:

En el área de estudio se registra un máximo de 28.6°C y un mínimo de 17°C para un promedio de 23°C. El brillo solar es de 2200 a 2400 h/año; los meses de lluvia son: Abril y Mayo, Septiembre y Octubre y los meses secos son: Junio- Agosto, Noviembre-Febrero. Sus vientos predominantes son de norte a sur con una velocidad promedio entre 5 y 12 km/h como se muestra en la figura 1. En sus precipitaciones se registran pequeñas cantidades 5 y 10mm haciendo del municipio una zona cálida seca, como se muestra en la figura 2.

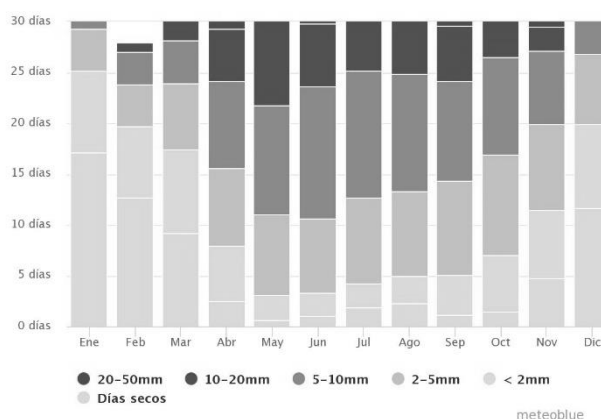
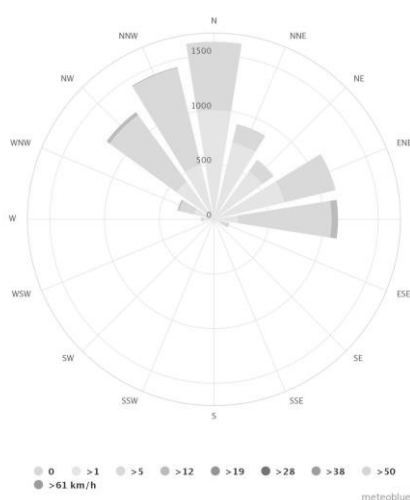


Figura 1. Rosa de los vientos, y Figura 2. Cantidad de precipitación; fuente: Meteoblue (https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/barichara_colombia_3689187).

Contextualización: estrategia de apropiación social y sostenibilidad.

Dentro de la caracterización del municipio de Barichara cabe destacar como hasta comienzos del siglo XX el desarrollo arquitectónico en Colombia, se realizó con materiales locales y con técnicas artesanales. Barichara es un caso especial en donde desde su inicio se construye con la tierra, por la validez de este sistema constructivo, por actitud cultural y por la facilidad de encontrar en el lugar la materia prima.(Battistelli, A. (2007). Un método de catalogación del patrimonio arquitectónico en tierra. El caso de Barichara, Colombia.)

Hoy en día en este municipio casi la totalidad de las nuevas construcciones se levantan en tapia pisada, piedra y bahareque; esto responde al hecho de que Barichara sea Bien de Interés Cultural de carácter Nacional, declarado Monumento Nacional en el año 1978 por su peso histórico, simbólico y estético; determinado así por el Gobierno de Colombia y el Ministerio de Cultura. La arquitectura contemporánea en el sector está fuertemente ligada con la identidad cultural a partir de los materiales del lugar y su eficiencia sostenible de la tierra durante su proceso constructivo y su vida útil con el habitante; sin embargo, este saber constructivo con la tierra, herencia de los trabajadores locales, está en riesgo de ser reemplazado por nuevas técnicas. Esto se debe en su mayoría a la imitación de modelos arquitectónicos occidentales, a la diferencia normativa y la falta de recursos para la construcción de vivienda popular con este material. Como lo dice Santiago Rivero en su texto: “Es en estos lugares en donde la construcción con tierra representa una verdadera alternativa de desarrollo sostenible, y para que esta alternativa se dé, son necesarios el interés de la academia, la validación de la investigación que conlleve la legalización y la voluntad del Estado representada en políticas públicas que permitan este desarrollo.” (Riveros S. 2007 p.356).

El proceso por el cual pasa Barichara para el uso masivo de la tierra como material constructivo se cierra y se asimila como tal cuando exista un marco legal que garantice activar el mercado, ya que la mano de obra competente local está calificada para este que hacer; la formación profesional en este campo debe ser aprovechada para considerar la tierra como material atendiendo a sus limitaciones y alcances; siendo esto así, es necesario la recuperación de técnicas ancestrales en donde la cultura y el patrimonio se convierten en estrategia de apropiación social y sostenibilidad.

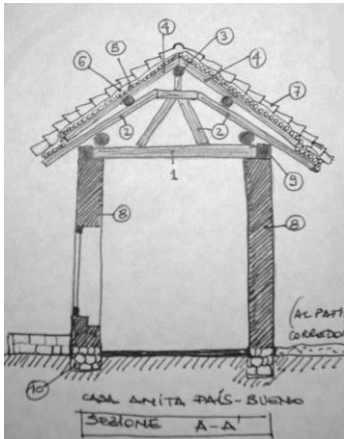
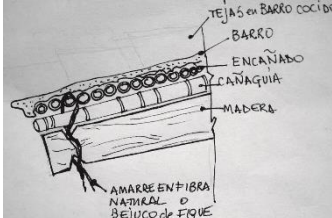
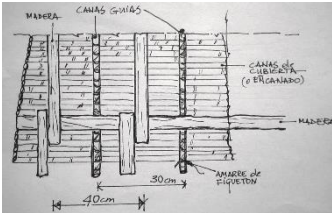


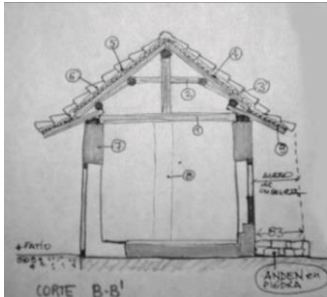

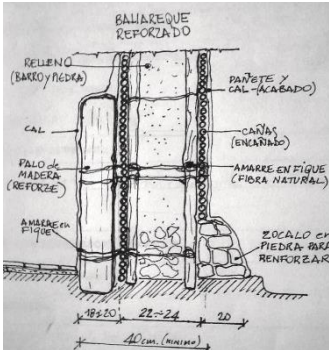

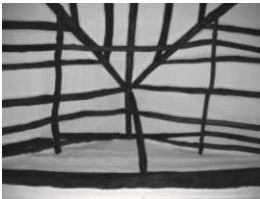


La polémica que presenta la construcción con tierra actualmente está ligada, se podría decir, a una razón principal: las características antisísmicas del material constructivo. Las dificultades descritas anteriormente responden a este enunciado, sin embargo, las construcciones con más de 500 años son la prueba de eficiencia de estos sistemas, que ligados a los avances tecnológicos de la nueva era permitirán reforzar sus características constructivas.

El carácter monumental del conjunto arquitectónico en Barichara.

Las edificaciones del conjunto que conforman el patrimonio arquitectónico en el municipio de Barichara responden a un lenguaje específico, que a través del tiempo se conserva. Un lenguaje colonial que da soluciones estructurales a las construcciones locales con materiales locales. La siguiente tabla, tiene como objetivo identificar en el municipio dicho lenguaje, aclarando las tipologías existentes y como estas han reaccionado al paso de los años.(Rivero S. (2007). El uso masivo de la tierra como material de construcción en Colombia.)

Para esta tabla se toman en cuenta construcciones antiguas, y modernas, para a su vez dar constancia del uso diferente que tienen las técnicas constructivas con tierra en este sector. (figura 3. Fuente: Battistelli, A. (2005). Tecnología y patrimonio en tierra cruda en Colombia. Cap. 2: El inventario del patrimonio arquitectónico en tierra de Barichara y su conjunto.)

TIPOLOGIA Y TECNOLOGIA DE EDIFICIOS DEL CONJUNTO DE BARICHARA			
			
CASA 1: -Tipología “I” con corredor y solar;1 piso. -Año: 1742 -Casco urbano.		CASA 2: Tipología “I” casa en bahareque de tipo “campesino”;1 piso. -Año: 1800 -Casco urbano.	
			
CASA 3: Tipología “O” casa colonial con patio (claustro) en tapia pisada;1 piso. -Año: 1920 -Casco urbano.			
Todas las paredes perimetrales son de tapia pisada; las paredes divisorias al interior son en bahareque; el basamento de las paredes en piedra no es visible, con acabado de cal blanca. Las paredes en tapia pisada miden desde 55 hasta 60 cm de espesor; las paredes de bahareque miden 18-20 cm. Hay dos tipos de cubiertas: el		Todas las paredes perimetrales y divisorias son de bahareque de espesor bastante ancho: desde 22 cm, hasta 40 cm. Las paredes perimetrales tienen un refuerzo en piedra de altura 60cm y que sale del perfil de la fachada 20 cm. Los techos en madera rolliza, con encañado y pañete, al interior de las habitaciones están amarrado	
Todas las paredes perimetrales son de tapia pisada, de espesor muy ancho (70 cm); las paredes divisorias del interior son casi todas en tapia, excepto tres paredes de bahareque (nuevas); el basamento de las paredes en piedra no es visible por que el acabado llega hasta el pie de las paredes. El techo en madera rolliza, con encañado y pañete.			

<p>primero, de la habitación principal, es de el tipo “par y nudillo” con vigas en madera, cañas gordas, pañete y tejas de barro cocido, acabado del cal; el segundo techo es del tipo sencillo “par e hileras”, de menor altura, misma tecnica de construccion y materiales.</p>	<p>solamente con “bejuco de fique”, asi como los palos y las vigas de madera. Hay dos tipos de techo, ambos tienen acabado de cal sobre el encañado. Las columnas son de madera cuadrada sobre basamiento en piedra.</p>	<p>Las cubiertas son de tipo par y nudillo, no tiene acabado ni pañete (rustico). En el patio central, de tipo claustro, hay columnas cuadradas de poco espesor, con basamento en piedras vernaculas.</p>
 <p>Cubierta “par e hileras”.</p>	 <p>Techo del corredor, corte.</p>  <p>Techo del corredor, planta.</p>	 <p>Corredor interno como espacio de transición entre galería central y habitaciones.</p>  <p>Patio claustro con columnas en madera.</p>
 <p>Cubierta “par y nudillo”.</p>  <p>Techo de ingreso con cal.</p>	 <p>Paredes en bahareque reforzado. Techo de habitación principal</p>  <p>en madera rolliza.</p>	 <p>Detalle techo habitaciones.</p>  <p>Techo “par y nudillo”.</p>
		 <p>Techo sin acabado, encañado.</p>

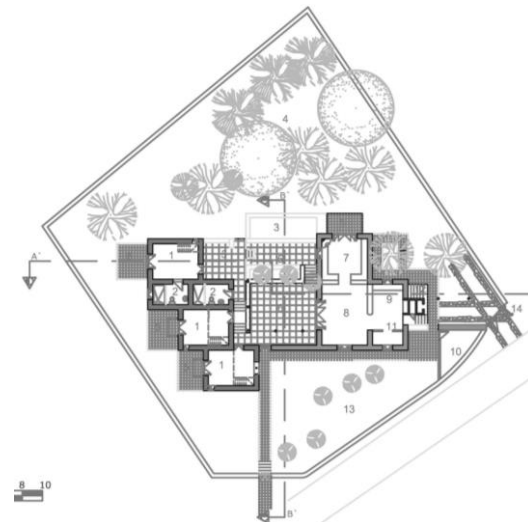
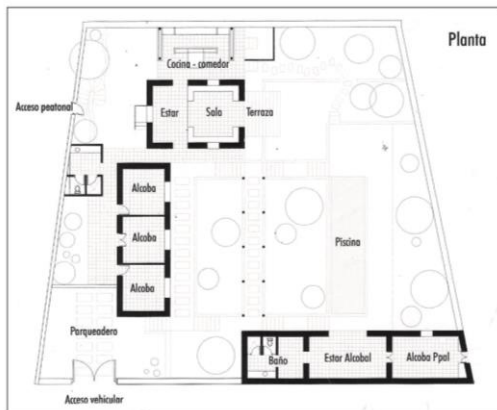


CASA 4:

- Tipología Caney de tabaco; patio rodeado por diferentes volúmenes; 1 y 2 pisos; tapia pisada.
- Año: 2000
- Salida del casco urbano.

CASA 5:

- Tipología Patio rodeador por diferentes volúmenes; tapia pisada; 2 pisos.
- Año: 2001
- Periferia de Barichara.



A nivel constructivo la casa es el producto de las normas básicas de la Universidad de Perú sobre tecnología de la tapia pisada; los módulos son claros y homogéneos; el diseño y la concepción del espacio son regulados por las reglas de simetrías, sea en planta como alzados; prevalecen los llenos respecto a los vacíos. El basamento o cimentación en piedra estructural mide 100 cm en altura. Las cubiertas fueron modificadas totalmente: presentan madera rolliza y encañado a la vista, pegante en barro natural y tejas de barro.

La casa se forma por dos volúmenes separados por un patio: uno aloja habitaciones y el otro el área social. El patio se abre hacia un costado del predio y está bordeado por pergolas de madera rolliza. Las cubiertas en tejas de barro a una sola agua permiten la formación de mezanin en las habitaciones y proveen una mayor altura en el espacio social. Las pendientes del terreno se aprovecharon para acentuar la identidad de sus volúmenes. Las gruesas paredes de tierra, presentan diferentes texturas, con posibilidades estéticas de la tapia. El diseño de las paredes en "L" es interesante pero estos muros sueltos no funcionan bien a nivel estructural; La cubierta a una sola agua presenta un punto de debilidad en el alero lateral que, por ser demasiado corto, permite la erosión de la pared en tapia.



Basamento en
piedra de 100
cm.



Dintel en
pared de carga
en tapia.



Detalle de
alero de techo:
se nota el
encañado y la
madera
rolliza.



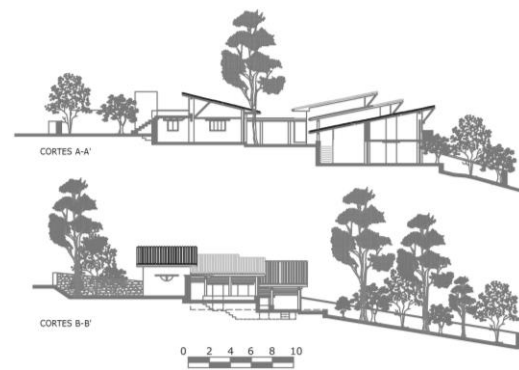
Remate de
cubierta con
adobe.



Tejas pegadas
con barro al
encañado.



Apertura en la
fachada
principal en
tapia.



Cortes del proyecto.



Fachada
principal:
pared y
aberturas.

Detalle segundo
piso: aleros
cortos a los
laterales.



Detalle de la
cubierta al
interior.



Detalle de la
fachada lateral:
pared en tapia
con textura
ondulada.



3. CAPITULO 2: TECNICAS CONSTRUCTIVAS EN TIERRA: ARQUITECTURA TRADICIONAL Y TECNOLOGIA LOCAL.

Como bien ya pudimos identificar la tendencia arquitectónica del sector, se evidencia la construcción con tierra como expresión de cultura, es una parte importante del hábitat construido y se ve principalmente reflejado en la vivienda, implementando sistemas de conocimientos populares producto de la transmisión oral familiar y comunitaria ancestral. A su vez la implementación de la arquitectura con tierra en teorías sustentables, va más allá de los beneficios y alcances del material, compone de forma integral diseños bioclimáticos y estrategias de desarrollo para el hábitat. (Rotondaro R. (2007). Arquitectura de tierra contemporánea: tendencias y desafíos.)

A continuación, se explicarán las técnicas que hacen estructuralmente viable el proyecto para definir las condiciones tecnológicas de métodos constructivos con tierra utilizados en el diseño:

Tapia pisada

El uso de esta técnica está ligada a la declaración de “patrimonio inmaterial de la Nación” según Battistelli, A. (2005). lo que hace que este patrimonio vernacular sea valorado y no llegue al punto de desaparecer. Este sistema constructivo se utiliza en las casas de todo tipo; además representa un fenómeno social, en las viviendas de clase media y en la señoriales se evidencia como lo emplean en la edificación de viviendas contemporáneas o que rehabilitan antiguas casas con el fin de darle un nuevo uso a una vieja finca, para una casa de verano.

El proceso constructivo de este sistema sigue los siguientes pasos:

1. Se saca la tierra en el mismo lugar de construcción de la casa, tierra que sale de la excavación para la cimentación y nivelación del terreno.
Este espacio, antes de construir el muro de carga con tierra es rellenado con piedra, mortero de cemento, cal y barro para constituir el basamento de la edificación. Con una medida mínima de 40 cm de profundo y con un ancho igual al del muro.
2. Sobre el basamento exterior se empieza a levantar el muro perimetral en tapia; para esto se ubica el tapial (cofre en madera) y se empieza a echar las diferentes capas de tierra húmeda, que posteriormente se compacta con el pisón (herramienta manual para pisar la tierra).
3. Al finalizar la primera armada se desmonta el tapial y se empieza el segundo con el mismo proceso hasta que termine la primera hilada (es decir el primer nivel del muro). Se sigue así subiendo en vertical las armadas hasta que se termine la pared.

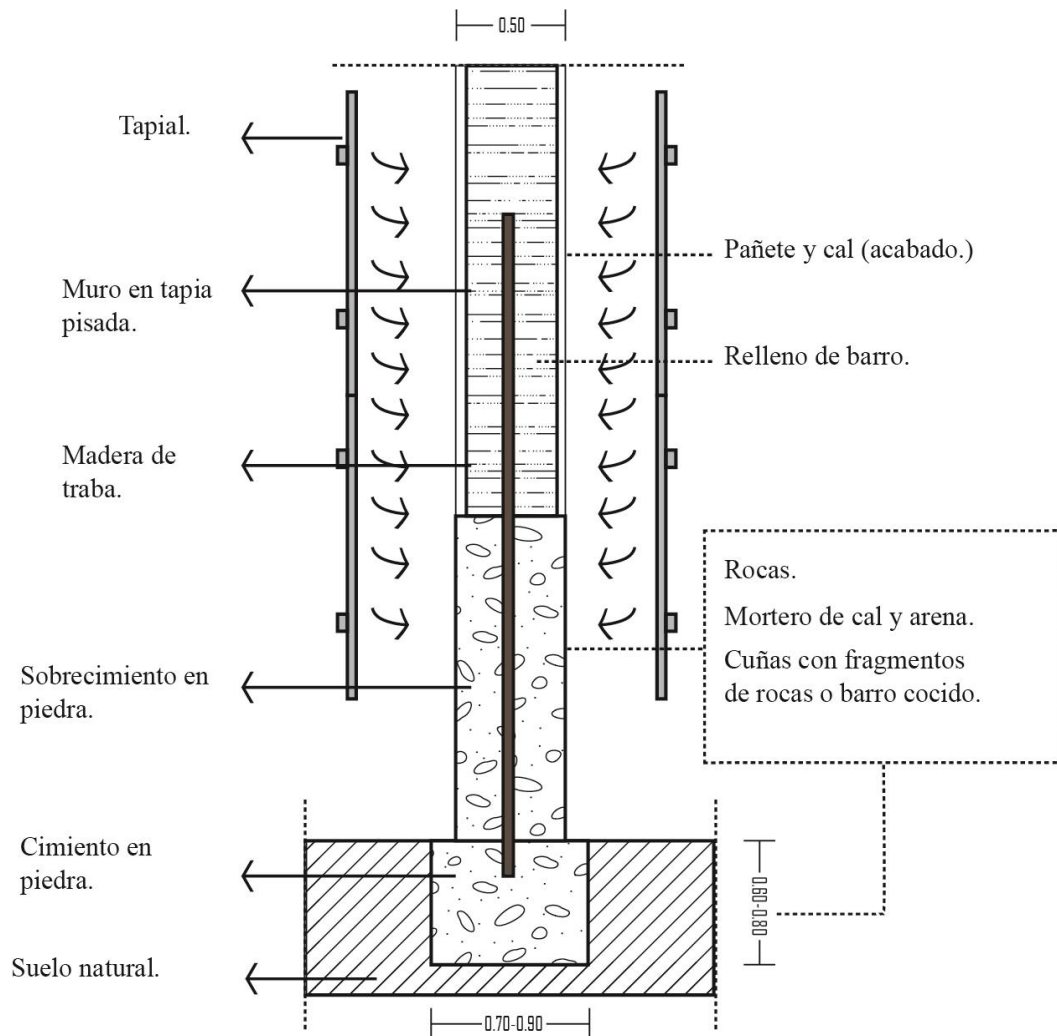


Figura 4. Detalle constructivo de muro en Tapia pisada y cimentación con piedra. Fuente: Autoría propia según fuentes bibliográficas: Minke G. (2005). Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra..

Actualmente para reforzar la junta de unión entre el cimiento y el muro, se utiliza una madera de traba (figura 4), que asegura el anclaje del muro de una forma más eficiente entre el cimiento y el muro portante, que viene siendo un elemento casi monolítico; son resistentes a esfuerzos de compresión, pero al igual que la pared de ladrillo cocido, no a los de tracción y tiene buenas prestaciones igrotermicas. En los casos investigados se han registrado diferencias de temperatura entre el exterior e interior de hasta 5°C.

La piedra

Un material fundamental en el sector, es la piedra; la fuerte presencia de talleres y artesanos que tallan la piedra hacen de este material un elemento polifacético, utilizado en esculturas, en cimientos estructurales, en acabados y en muchas cosas más, todo esto atribuido al reconocimiento que se han ganado los locales como “pati- amarillos” desde tradiciones indígenas y ancestrales.

Aun así, la importancia fundamental del uso de la piedra, es en el uso de todas las cimentaciones para los edificios construidos con tierra cruda. Normalmente para esto, la piedra se talla en bloques cuadrados y de gran tamaño, en el exterior, se debe hacer un sobre cimientado (zócalo en piedra) con el fin estructural de subir en los ángulos de la fachada un refuerzo estructural, así como emplearlo como material resistente a la humedad frente a las dificultades del clima.

Bahareque

La construcción en bahareque, a diferencia de la tapia pisada que fue importada por los españoles, es la técnica constructiva heredada de los indígenas. Esta consta de una mezcla de tierra, piedra y malla estructural de cañas y madera; su uso es muy económico, por la facilidad de los materiales, economía de los mismos y por su facilidad de elaboración, ya que no requiere muchos mejoramientos ni un encofrado como sucede con el tapial. La técnica consiste en:

1. La armadura se conforma de madera redonda y caña brava (ambas inmunizadas), se hincan en vertical las maderas principales, las columnas, luego se colocan las maderas horizontales y diagonales a las cuales se les apuntillan el encañado a cada lado.
2. Por último, se rellenan los vacíos de esta estructura con barro (tierra húmeda) en forma de pañete y piedras de tamaño y forma irregular, para posteriormente pañetar de forma completa la pared.

Por lo general, estos muros se utilizan como divisorios (figura 5), sin embargo, la estructura en bahareque es flexible y ligera respecto a la tapia pisada, y responde muy bien a las exigencias sísmicas; a su flexibilidad se le suma un mayor deterioro del material, y el hecho de que los muros no son monolíticos, son livianas y no soportan peso demasiado fuerte.

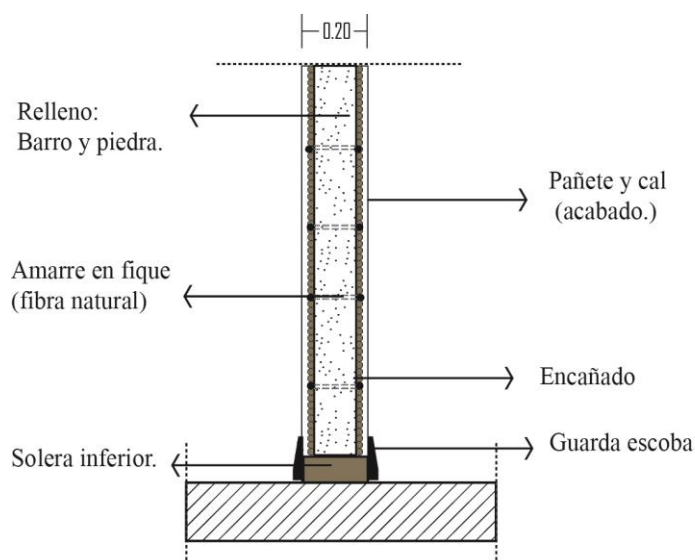


Figura 5. Detalle constructivo de muro divisorio en bahareque. Fuente: Autoría propia según fuentes bibliográficas: Minke G. (2005). Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra..

Adobe

En Barichara si bien el adobe es utilizado, no hace parte de la tradición constructiva. Los ladrillos de tierra solo se emplean como elementos accesorios en las partes complementarias de las estructuras, tales como: remates de cubierta, culatas, realces de paredes, marcos de aberturas, columnas o cierres de nichos. No obstante, la producción en Barichara de estos bloques se da por los mimos maestros de obra de la tapia pisada, en donde se utiliza la misma tierra para ambas mezclas.

Estructura mixta: construcción eficiente

Según el estudio realizado el sistema mixto se encuentra formado por: paredes de carga y divisorias de espesor ancho para el primer piso y paredes en bahareque de estructura simple en el segundo piso, todo el conjunto con cimentación en piedra.

El peso reducido y la flexibilidad del bahareque responde a las exigencias del sismo evitando un colapso de la estructura por sobre peso. La cimenacion en piedra constituye en este sistema un elemento fundamental y siempre presente: el sobre cimiento en piedra (zocalo) puede subir casi a la altura del primer piso por toda la pared, o al menos en los angulos, en la entrada y alrededor de los portales principales.

El uso mixto garantiza la solidez del primer piso, junto a una planta mas liviana y flexible en segundo piso. Esta practica, herencia de las tecnicas locales es de facil aplicación, economica y principalmente de optima respuesta a las exigencias estructurales del sector.

4. CAPITULO 3: ARQUITECTURA SUSTENTABLE: DISEÑO BIOCLIMÁTICO.

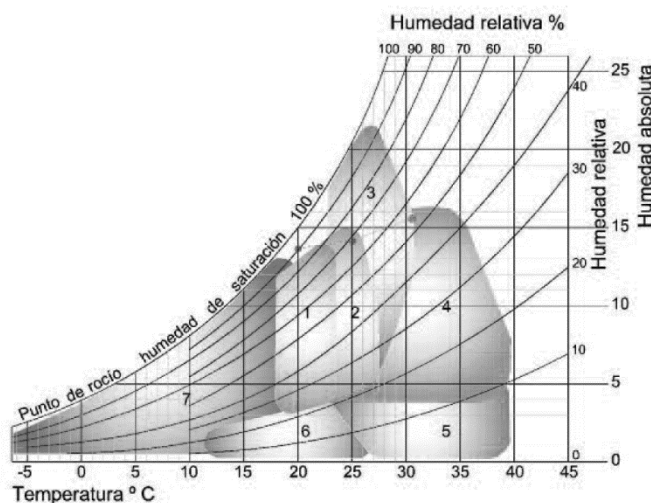
La arquitectura sustentable deriva del concepto de “sustentabilidad”, que según la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (World Comisiono n Enviroment and development) es “el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades”. Según esto, la arquitectura sustentable es aquella que tiene en cuenta el ciclo de vida de los materiales, energías renovables, reciclaje de residuos, diseño bioclimático entre otros.

Para el desarrollo del proyecto, se ha contemplado como principal el diseño bioclimático, la xerojardineria y el uso adecuado del elemento “agua” siendo esos los puntos de énfasis debido a las marcadas condiciones climáticas en el sector donde se está trabajando. La zona cálida seca de Barichara presenta dificultades de confort por sus altas temperaturas registradas, las pocas precipitaciones y por ende la escases de

agua en la misma. El emplazamiento adecuado del proyecto, el material de construcción elegido y las estrategias bioclimáticas a desarrollar deben responder a su eficiencia de los espacios arquitectónicos con la sostenibilidad del mismo.

Diseño bioclimático, geometría solar y estrategias proyectuales.

Al recopilar los datos previos para elaborar un análisis climático del entorno, se identifican las estrategias bioclimáticas a implementar en el diseño haciendo uso del diagrama de Givoni y los análisis de asoleamiento respectivos para el caso de trabajo.



ESTRATEGIAS

BIOCLIMATICAS:

1. Zona de confort en invierno.
2. Zona de confort en verano.
3. Ventilación cruzada.
4. Inercia térmica y ventilación selectiva.
5. Enfriamiento evaporativo.
6. Humidificación.
7. Sistema solar pasivo.

Figura 6. Gráfico de Givoni. Fuente: Diseño Bioambiental. En: Revista vivienda, Buenos Aires, Argentina.

Se identifica el municipio de Barichara dentro del rango de estrategias Bioclimáticas No. 3, como lo indica el gráfico de Givoni (figura 6), ventilación cruzada, dadas las condiciones de humedad relativa y temperatura de la zona (80% de humedad relativa, 20°-25° C de temperatura). Según la heliofania alta en el sector también se determina protección solar; garantizando con estas dos estrategias un confort óptimo para el usuario y su bienestar.

Para identificar las zonas a proteger del sol es necesario un análisis de asoleamiento (figura 7) que nos muestre con precisión la incidencia solar en el proyecto durante las horas críticas (10:00 y 13:00 y 16:00 horas) siendo así, se comprende el recorrido del sol y las sombras que son generadas en el terreno. A lo cual responden aleros en zonas específicas o uso de balcones como estrategia bioclimática o como intención proyectual (vista del amanecer o atardecer).

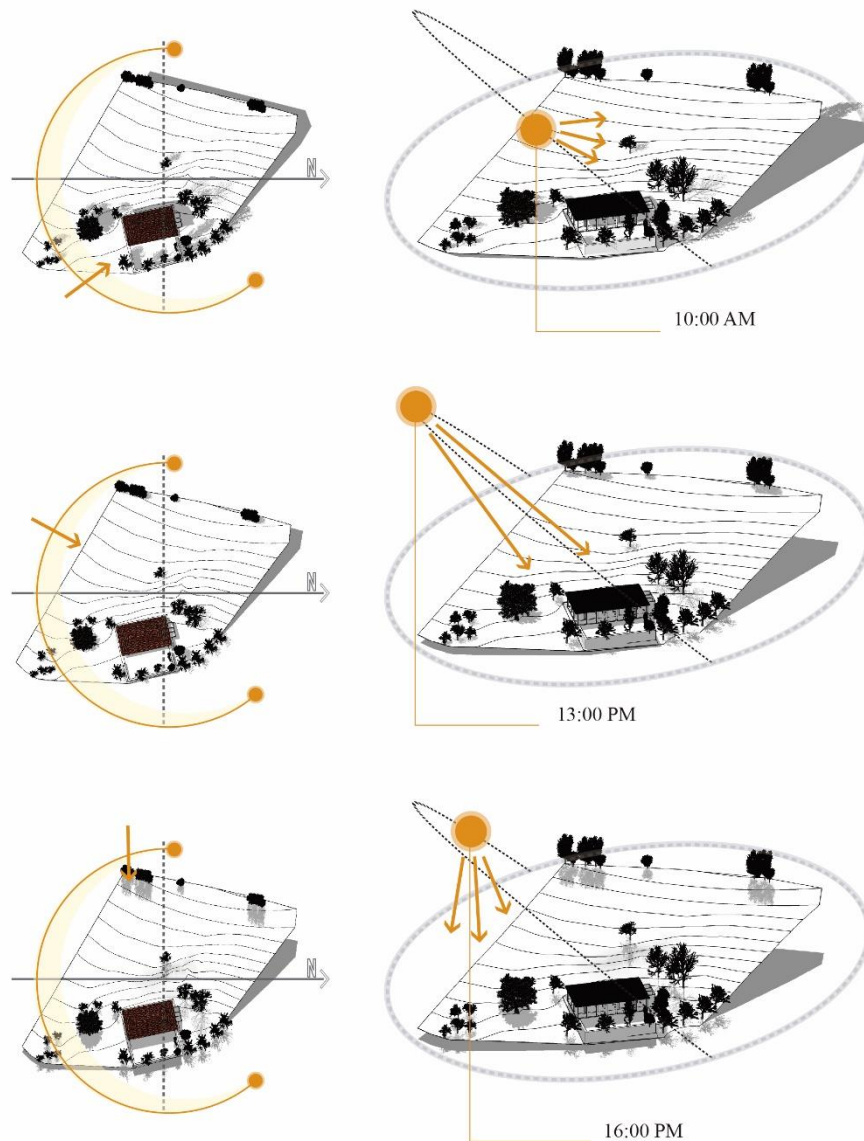


Figura 7. Análisis de asoleamiento. Fuente: Autoría propia según estudio-caso.

Para la disposición de la forma y orientación el proyecto responde a las necesidades topográficas del terreno, disponiendo los módulos de diseño en la parte superior del mismo para ganancias visuales en el paisaje; de ventilación para garantizar la circulación adecuada del aire en el interior del proyecto y de protección solar para implementar las estrategias como se ve en las figuras 8 y 9.

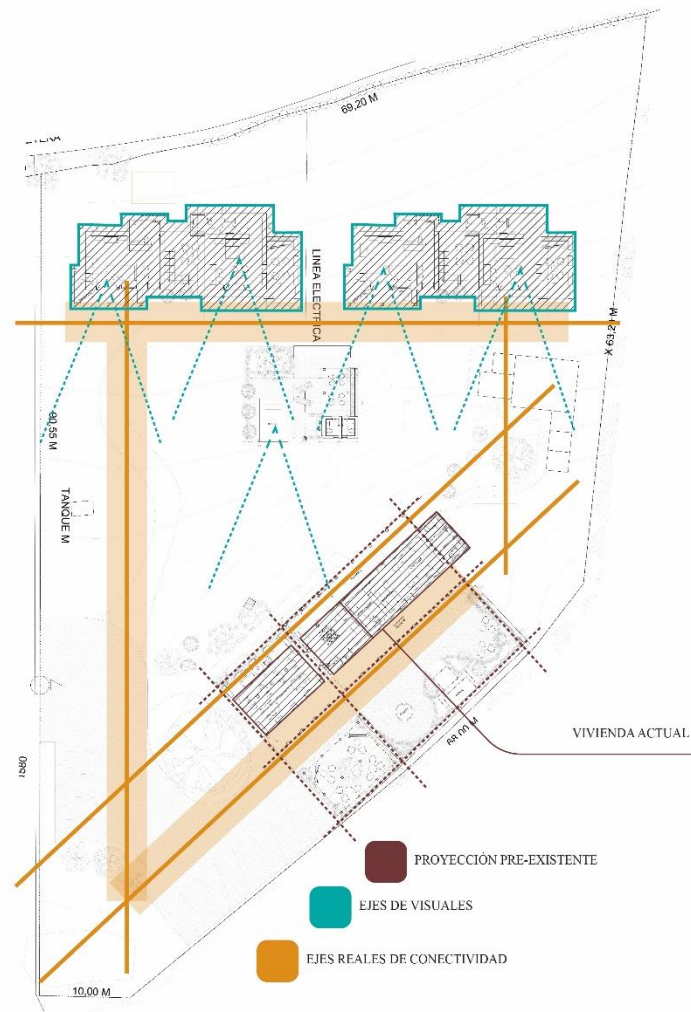


Figura 8. Disposición de forma y orientación en el proyecto. Fuente: Autoría propia según estudio-caso.

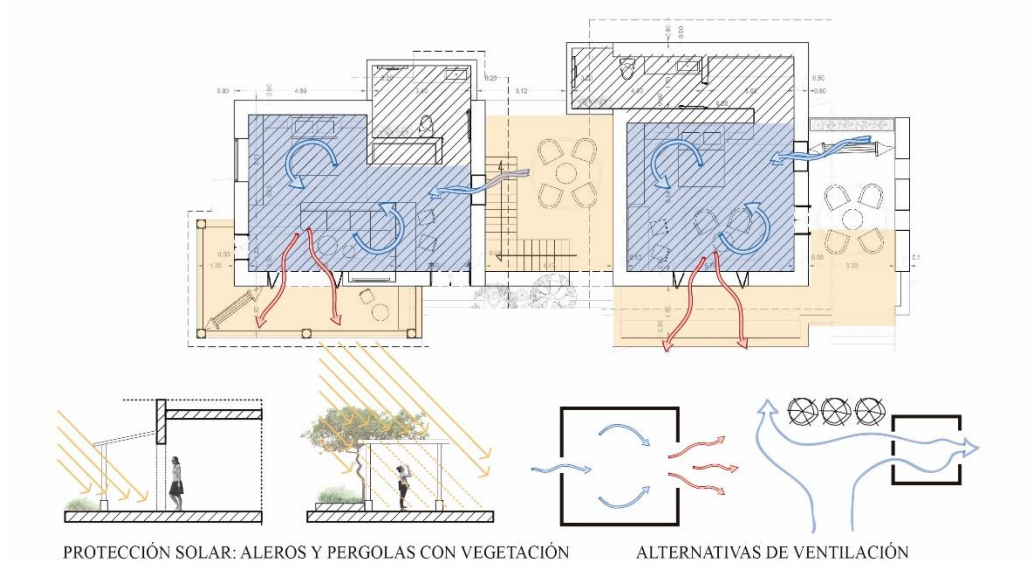


Figura 9. Estrategias bioclimáticas en módulo de diseño. Fuente: Autoría propia según estudio-caso.

Xerojardinería y paisajismo.

La Xerojardinería representa un concepto clave para la arquitectura de los jardines y el paisajismo, sus componentes e intenciones principales están enfocados al mínimo consumo de agua en riego, tema que va de la mano con la escases de agua en el sector. (Cifuentes, P. (2001). Agua y jardín. Aproximación a la xerojardinería.) Para esto, se contemplan los siguientes principios durante el proceso de paisajismo en el proyecto:

1. Desarrollo de un concepto de jardín práctico, agradable a la vista y en el cual está integrado el riego y mantenimiento en todo el proceso proyectual para el desarrollo arquitectónico de cada módulo implementado en el proyecto.
2. Reducir las plantas que requieren mucha cantidad de agua, y hacer una selección consiente de las adecuadas para el lugar, esto con el fin de establecer compatibilidad en ciclos vegetativos con especies del paisaje inmediato como se puede ver en la figura 10.

Uso	Familias	Especies	Nombre común
Cultivada	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango
	Aloaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm. f.	Sábila
	Apiaceae	<i>Eryngium foetidum</i>	
	Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Yuca
	Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	Frijol
	Poaceae	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Millo
	Rutaceae	<i>Citrus maxima</i> (Burm. ex Rumph.) Merr.	Lima
	Rutaceae	<i>Citrus medica</i> L.	Limón
	Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamoncillo
	Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Tabaco
	Sterculiaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao
Ornamental	Amaranthaceae	<i>Celosia argentea</i> L. var. <i>Argentea</i>	
		<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	
	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	
	Asclepiadaceae	<i>Caralluma hesperidum</i> Maire	
	Begoniaceae	<i>Begonia fischeri</i> Schrank	Begonia
		<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Cayeno
	Malvaceae	<i>Malvaviscus penduliflorus</i> DC.	
	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Trinitario
Forrajera	Rubiaceae	<i>Ixora coccinea</i> L.	
	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Matarratón

Figura 10. Diversidad de especies cultivadas, ornamentales y forrajeras de la cuenca baja del río Suárez, Barichara, Santander. Fuente: Análisis florístico y fitogeográfico de la cuenca baja del cañón del río Suárez (Barichara, Santander) Universidad Nacional de Colombia.

3. Mantener y mejorar las propiedades del suelo reduciendo las pérdidas de agua, la evaporación y la erosión del suelo; para esto se utilizarán los recursos naturales con criterios de sostenibilidad enfocados a establecer sistemas de riego más eficientes y efectivos. Cada una de las zonas ajardinadas propuestas al

interior del proyecto responde a los criterios de jardineras intensivas y extensivas por medio de un sistema multicapa que permita la recolección de aguas lluvia y un sustrato con 75% de mineral y 25% de material orgánico para garantizar la eficiencia para las especies vegetales allí sembradas. Dichas capas responden al siguiente orden:

- Losa de nivelación.
- Sub-membrana y capa impermeabilizante.
- Capa drenante (natural con gravilla o escombros).
- Filtro geotextil.
- Substrato (Tierra negra + Nutrientes minerales).
- Capa vegetal.

Para responder a las exigencias vegetales, las jardineras extensivas llevarán un sustrato no mayor a 15cm, y las intensivas con sustrato entre 70 y 90cm para soportar las raíces de los árboles de gran porte (Trinitario, entre 2 y 5 mts. De alto).

Uso del agua

Para dar solución a la insuficiencia del recurso hídrico en el sector, se plantean varias estrategias que mitiguen la escasez de agua. En primer lugar está la recolección de agua lluvia o exceso de riego que se genera desde los jardines implementando los conceptos de xerojardinería, agua con la cual se puede reutilizar en el mismo riego o para servicios secundarios como el escusado.

Adicional a esto y gracias a las pendientes que representan las cubiertas bajo el lenguaje arquitectónico del sector (Cubierta a 2 o más aguas en teja de barro) permiten la recolección de aguas lluvias para un uso secundario de la misma, logrando así controlar el agua escorrentía del proyecto y un uso óptimo del elemento; esto por medio de la adecuación específica en cada uno de los módulos diseñados respondiendo a los mismos parámetros como se ve en la figura 11.

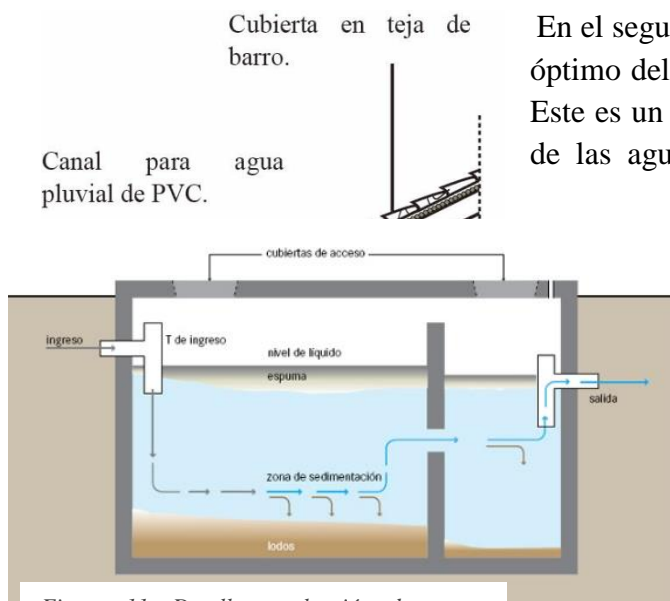


Figura 11. Detalle recolección de aguas lluvia en cubiertas. Fuente: Autoría propia según caso-estudio.

En el seguimiento de las estrategias para el uso óptimo del agua, sigue el uso del pozo séptico. Este es un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas. En él se realiza la separación y

Figura 12. Funcionamiento de pozo séptico. Fuente: tomado de <http://alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/s/s9.html>.

transformación físico-química de la materia orgánica contenida en esas aguas para posteriormente reutilizarlas. Es un sistema bastante óptimo en áreas rurales y garantiza una huella ecológica

mínima frente a los desperdicios y desechos que genera el proyecto. Las dimensiones del pozo están determinadas según el catalogo comercial francés, en donde aclara: “para un hotel con 20- 30 usuarios es necesario un pozo entre 6 y 8m³”. Los residuos en el agua pasan por un proceso aeróbico y anaeróbico que los descomponen en componentes inorgánicos y convirtiendo parte de los sólidos en materia soluble al agua. En su sistema de funcionamiento (figura 12) se separan las grasas en la parte superior, y los sólidos en la parte inferior, para permitir la circulación del agua tratada. Aun así, es necesario un proceso de filtración posterior para garantizar la calidad del agua reciclada.

5. CAPITULO 4: DISEÑO PROYECTUAL

Hotel como objeto arquitectónico

En el desarrollo de este capítulo estarán los anexos correspondientes al proyecto arquitectónico. Estos respondiendo al análisis previo, en donde a manera de conclusión se pueden evidenciar los resultados de la investigación plasmados en el diseño del hotel.

Dentro del proceso proyectual se parte del concepto arquitectónico de: la arquitectura por partes, Capitel A. (2005) afirma que es la evolución de la arquitectura del patio, en donde la casa aislada, rodeada de jardín o de espacio libre caracteriza la construcción

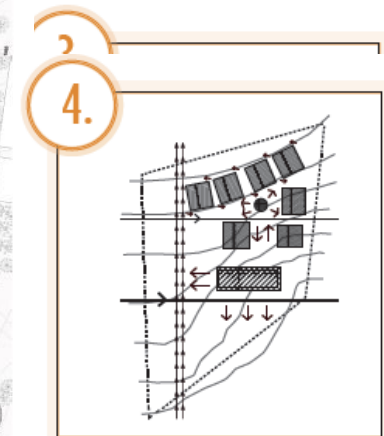
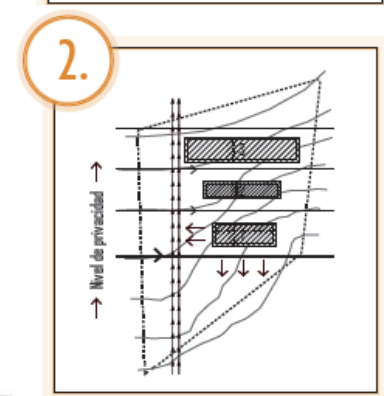
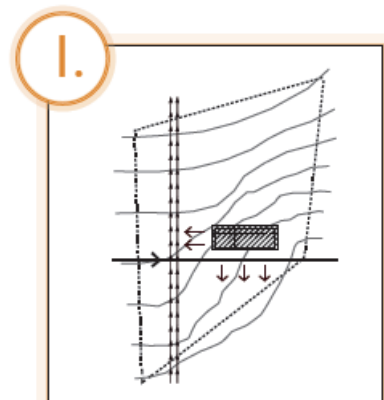
campestre; lo que facilita soluciones independientes para el espacio interior y la conexión de los mismo por medio de espacios servidos y servidores.



Figura 13. Proceso de diseño, concepto Arquitectura por partes. Fuente: Autoría propia según proyecto arquitectónico..

El proceso de diseño lleva a cabo los siguientes pasos:

1. Edificación pre- existente: casa actual del lote parcelado que data de 1970; esta cuenta con acceso previo y ayuda a determinar los primeros ejes de proyección.
2. Disposición del uso y privacidad del espacio según la altura en el terreno.
3. Edificaciones moduladas que permiten el escalonamiento por medio de terrazas y niveles; respondiendo a las características topográficas y las exigencias sismo- resistentes de sistemas constructivos con tierra.
4. La disposición de cada módulo se configura de tal manera: las habitaciones se ubican en la zona superior para garantizar mayores visuales y un mayor confort térmico; así mismo cada una tiene una apertura gradual, que responde a



la pendiente del terreno y ayuda a direccionar al usuario en un recorrido diferente y privado a cada habitación. En la zona intermedia se dispone una terraza como punto central y de distribución a zonas sociales y de servicio y finaliza con recorridos eficientes para el funcionamiento del hotel en sus zonas públicas y privadas.

Figuras 14 y 15. Ejes y espacios del proyecto según el proceso de diseño. Fuente: Autoría propia según el proyecto arquitectónico.

El principal atributo a destacar son los espacios introvertidos que permitan la experiencia con las características naturales del entorno a partir de la configuración del paisaje inmediato que relacionen los conceptos de privacidad y confort.



Figura 16. Imagen del proyecto, relación del paisaje exterior con la privacidad y el confort interior. Fuente: Autoría propia según proyecto arquitectónico.

La concepción de cada uno de los espacios que conforman el hotel están pensados según su función, determinando así espacios claves como: zona de alojamiento, zona de servicio, zona húmeda, restaurante, cocina y recepción. La distribución de cada uno de ellos se dá a favor del terreno para emplazar cada edificio de forma correcta según las intenciones de diseño.

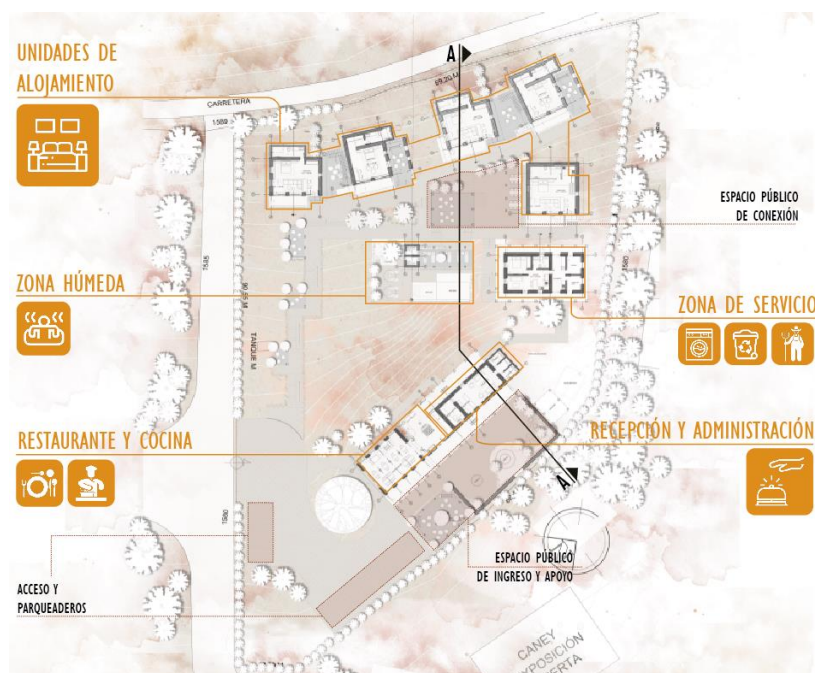


Figura 17.. Planta general del proyecto, zonificación y distribución. Fuente: planos arquitectónicos de autoría propia según proyecto arquitectónico.

El terreno inclinado permite un escalonamiento del paisaje para brindar a cada usuario un disfrute diferente dependiendo de la actividad que esté llevando a cabo y su ubicación dentro del proyecto.



Figura 18.. Corte general del proyecto, escalonamiento del paisaje y composición arquitectónica. Fuente: planos arquitectónicos de autoría propia según proyecto arquitectónico.

Como resultado estructural se dimensiona una edificación de estructura mixta: adobe reforzado, tapia reforzada y cimientos en piedra y concreto. Confirmando así las teorías anteriormente expuestas para dar una estabilidad mayor frente a la alta actividad sísmica que se vive en el sector, a su vez se tienen en cuenta las modulaciones mínimas y máximas para los vanos empleados en este tipo de construcción.

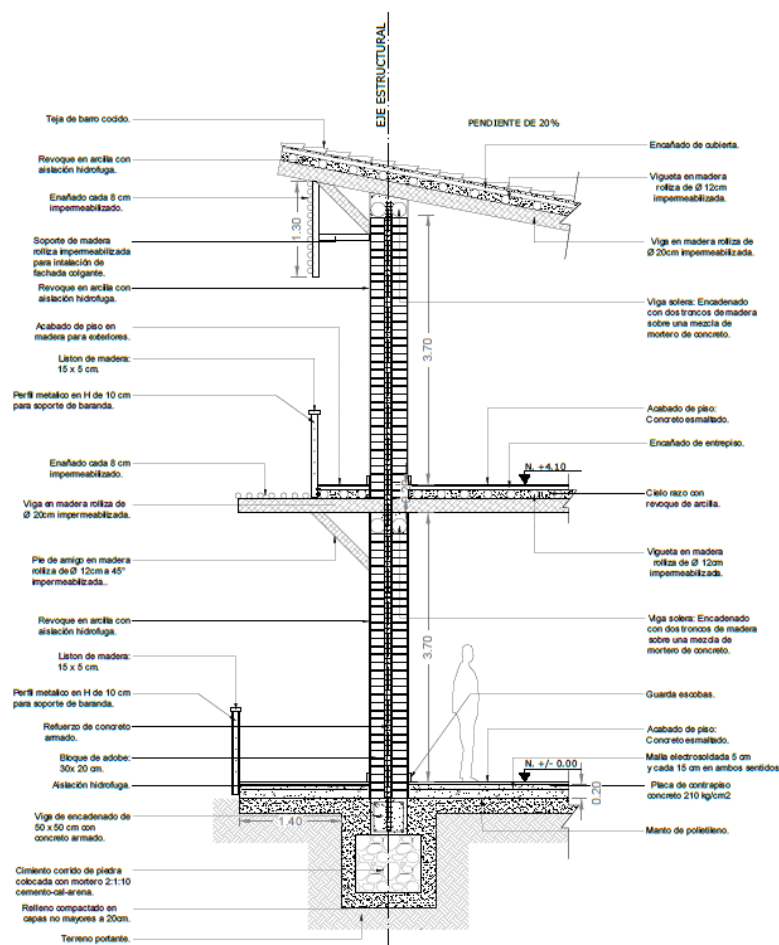
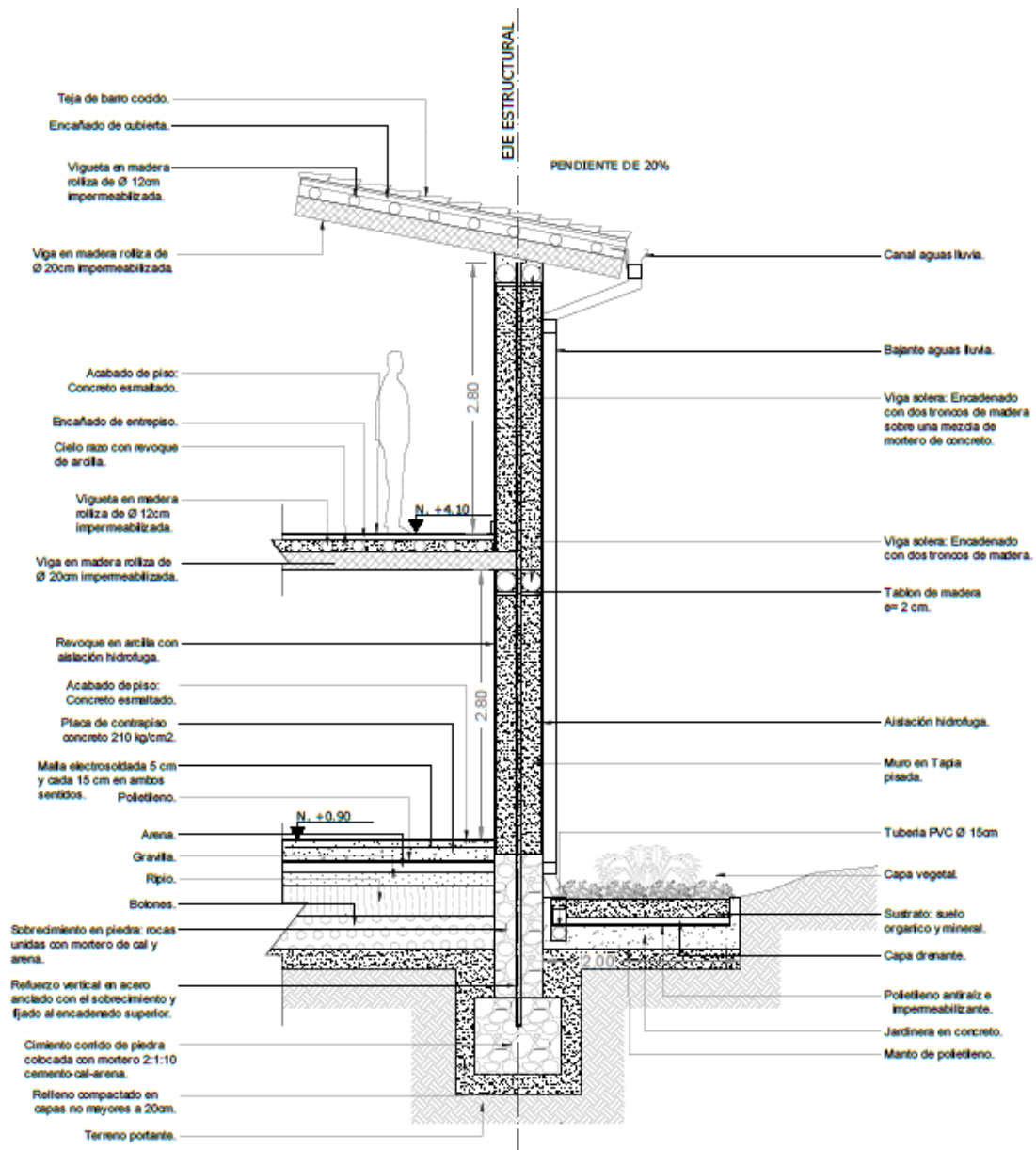


Figura 19. Corte fachada, muro en adobe reforzado. Fuente: planos de detalles de autoría propia según proyecto arquitectónico.

Para reforzar la junta de unión entre el cimiento y el muro, se utiliza una madera de traba, que asegura el anclaje del muro de una forma más eficiente entre el cimiento y el muro portante. Este se extiende hasta la cubierta que por medio de que soleras establecen un elemento casi monolítico; son resistentes a esfuerzos de compresión, pero al igual que la pared de ladrillo cocido, no a los de tracción y tiene buenas prestaciones



igrotermicas.

Figura 20. Corte fachada, muro en tapia pisada reforzada Fuente: planos de detalles de autoría propia según proyecto arquitectónico.

6. CONCLUSIONES

1. El diseño resultante del proyecto consigue dar soluciones sustentables a las características específicas, que determinan el sector de Barichara mediante las técnicas constructivas con tierra (tapia pisada, bahareque y piedra), este establece la relación de los espacios arquitectónicos con la eficiencia sostenible de los mismos en cuanto a confort y uso adecuado de los recursos a lo largo del proceso proyectual.
2. Los resultantes morfológicos del diseño responden al lenguaje arquitectónico del sector, estipulando así las primeras directrices para el diseño proyectual, arquitectura colonial en el siglo XXI. Este concepto es re interpretado, conservando los elementos más característicos ya que hacen parte de la tradición y cultura de la población y así conseguir una relación del espacio con el usuario más contemporánea.
3. Las condiciones tecnológicas y métodos constructivos con tierra a utilizar en el diseño son la tapia pisada, el bahareque y la construcción con piedra, haciendo de ellos un sistema constructivo mixto. Este es el sistema más óptimo para conseguir una estructura sismo resistente sin la necesidad de integrar otros materiales que no pertenecen al lenguaje del sector y que su vez no prestarían las ganancias sustentables que estos sí. Las ganancias térmicas que los materiales presentan son las ideales para la construcción en una zona como Barichara (cálido seco) en donde la inercia térmica del material “tierra” responde de forma adecuada.
4. Al aplicar las soluciones sustentables al proyecto, encontramos como las estrategias bioclimáticas, la xerojardinería y el uso adecuado del elemento agua, hacen que la inserción del proyecto sea adecuada dentro del paisaje y a su vez que tenga una eficiencia verídica en la relación de los espacios diseñados con el proceso proyectual del hotel.

5. BIBLIOGRAFIA

- Battistelli, A. (2007). Un método de catalogación del patrimonio arquitectónico en tierra. El caso de Barichara, Colombia. En: Arquitectura construida en tierra, tradición e innovación. Congresos de Arquitectura de tierra en Cuenca de campos 2004/2009: págs 117-130. Universidad de Valladolid.
- Battistelli, A. (2005). Tecnología y patrimonio en tierra cruda en Colombia. Cap. 2: El inventario del patrimonio arquitectónico en tierra de Barichara y su conjunto. págs. 14-41. Universidad Politécnico di Torino, Italia.
- Battistelli, A. (2005). Tecnología y patrimonio en tierra cruda en Colombia. Cap. 3: Tecnología, materiales y patrimonio. págs. 42-57. Universidad Politécnico di Torino, Italia.
- S. Bestraten (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. En: Informes de la construcción Vol.63: págs. 5-20. Barcelona, España.
- Capitel A. (2005) La arquitectura compuesta por partes. Págs. 205-220. Editorial Gustavo Cili, Barcelona, España.
- Celis F. (2000). Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual. En: boletín CF+S, hacia una arquitectura y un urbanismo basados en criterios bioclimáticos. Instituto Juan de Herrera, Madrid, España.
- Cifuentes, P. (2001). Agua y jardín. Aproximación a la xerojardinería. En: Revista de obras públicas N° 3.414: págs 63-72. Universidad Politécnica de Madrid.
- Diaz Perez C. (2012) Análisis florístico y fitogeográfico de la cuenca baja del cañón del rio Suarez, Santander, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias, Departamento de Biología, Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá, Colombia.
- Esquema de ordenamiento territorial “Barichara con su pasado ordena su futuro” (2004-2007) Barichara, Santander, Colombia.
- Miceli (2015). Diseño Bioambiental. En: Revista vivienda Vol. 631: págs. 76-84. Buenos Aires, Argentina
- Minke G. (2005). Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. págs. 8-22. Universidadde Kassel, Alemania.
- Plan especial de Manejo y Protección del centro histórico de Barichara (PEMP) (2015) Ministerio de Cultura, Resolución número 0688 de 2015.
- Rivero S. (2007). El uso masivo de la tierra como material de construcción en Colombia. En: Apuntes vol. 20: págs 354-363. Bogotá, Colombia.
- Rotondaro R. (2007). Arquitectura de tierra contemporánea: tendencias y desafíos. En: Apuntes vol. 20 núm. 2: págs 342-353. Bogotá, Colombia.